

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
6. Oktober 2005 (06.10.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/093530 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G05B 15/00**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/051154

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. März 2005 (15.03.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 015 240.3 29. März 2004 (29.03.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DANZ, Mirko**

[DE/DE]; Altdorfer Str. 35, 90537 Feucht (DE). **EXTRA,**
Johannes [DE/DE]; Luitpoldstr. 48, 91052 Erlangen
(DE).

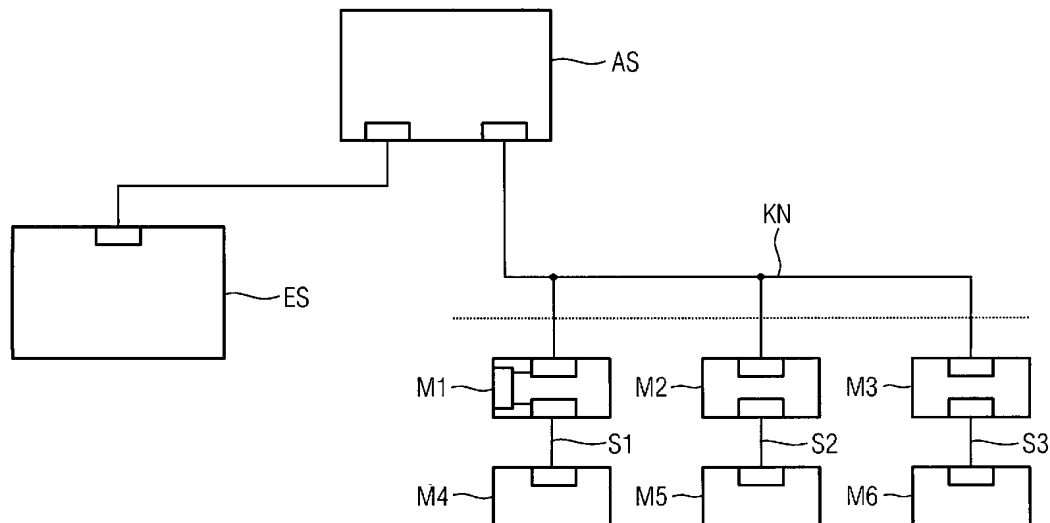
(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA,
ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MODULAR MACHINE AND CORRESPONDING METHOD FOR DYNAMICALLY CONFIGURING THE TOPOLOGY OF SAID MACHINE

(54) Bezeichnung: MODULARE MASCHINE UND ENTSPRECHENDES VERFAHREN ZUM DYNAMISCHEN KONFIGURIEREN DER TOPOLOGIE DIESER MASCHINE



(57) Abstract: The aim of the invention is to facilitate the modification of a machine configuration in automated systems. This is achieved by the dynamic configuration of a modular machine, whose modules (M1 to M6) are interconnected and connected to a control unit (AS) via a communications network (KN). According to said method, during the operation of the machine, one of the communications partners (M1) determines the communications partners in the communications network (KN). Said communications partner (M1) then generates a suitable communications configuration and activates said configuration. This permits the communications configuration or design to be automatically executed, even during the operation of the machine.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/093530 A2



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Das Ändern einer Maschinenkonfiguration bei Automatisierungssystemen soll erleichtert werden. Hierzu wird vorgeschlagen, eine modulare Maschine, deren Maschinenmodule (M1 bis M6) untereinander und mit einer Steuervorrichtung (AS) über ein Kommunikationsnetz (KN) verbunden sind, dynamisch zu konfigurieren. Hierzu werden durch einen der Kommunikationspartner (M1) im laufenden Betrieb der Maschine die Kommunikationspartner in dem Kommunikationsnetz (KN) ermittelt. Anschließend wird von diesem Kommunikationspartner (M1) eine passende Kommunikationskonfigurierung generiert und wirksamgeschaltet. Somit wird die Kommunikationskonfigurierung bzw. -projektierung automatisch auch während der Laufzeit der Maschine durchführbar.

Beschreibung

Modulare Maschine und entsprechendes Verfahren zum dynamischen Konfigurieren der Topologie dieser Maschine

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum dynamischen Konfigurieren einer Topologie einer modularen Maschine, deren Maschinenmodule untereinander und mit einer Steuervorrichtung über ein Kommunikationsnetz verbunden sind. Darüber
10 hinaus betrifft die vorliegende Erfindung eine derartige modulare Maschine.

Eine modulare Maschine für automatisierte Fertigungsprozesse wird üblicherweise für die zu lösende Automatisierungsaufgabe
15 hinsichtlich ihrer Arbeitsweise konfiguriert bzw. projiziert. Dies bedeutet, dass unter anderem den einzelnen Modulen der Maschine entsprechende Aufgaben zugewiesen werden. Diese Projektierung wird mit Hilfe eines Engineering-Systems ohne Berücksichtigung der Topologie des Kommunikationsnetzes
20 der Maschinenmodule durchgeführt. Damit die einzelnen Maschinenmodule zur Ausführung ihrer Aufgabe auch untereinander kommunizieren können, wird zum Zeitpunkt des Engineering auch die Topologie der Kommunikation erfasst und eine entsprechende Kommunikationskonfigurierung festgelegt. Diese Kommunika-
25 tionskonfigurierung, die auch als Kommunikationsprojektierung bezeichnet wird, wird in das Automatisierungssystem, welches die Steuervorrichtung der modularen Maschine darstellt, geladen.

30 Falls nun die Konfiguration der Maschine, d.h. ihr modularer Aufbau geändert wird, hat dies in der Regel auch eine Änderung einer Kommunikationsprojektierung zur Folge. Bei Einsatz einer starren topologischen Kommunikationsprojektierung bedeutet dies, dass ein Nachfolger eines Kommunikationsteilnehmers (z.B. ein ausgetauschtes Modul), bei dem die Adresse ge-
35 ändert worden ist, kommunikativ nicht mehr erreicht werden kann, da dem System nicht mehr bekannt ist, wie dieser gege-

benenfalls über weitere Kommunikationspartner erreicht werden kann. Das gleiche Problem ergibt sich, wenn ein Kommunikationssteilnehmer an dem Kommunikationsnetz einer modularen Maschine umgesteckt wird. Auch dann ist im System (Steuervorrichtung und weitere Maschinenmodule) nicht mehr bekannt, wie
5 der Teilnehmer in der Topologie erreicht werden kann.

Zur Lösung dieses Problems wird bei derzeitigen Systemen daher für einen geänderten topologischen Maschinenaufbau die
10 dazu passende Projektierung einschließlich der Kommunikationsprojektierung in das entsprechende Automatisierungssystem und alle Maschinenmodule geladen. Dies ist jedoch ein verhältnismäßig aufwändiger Prozess und bedingt eine Unterbrechung des Betriebs der Maschine.

15 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, eine Neukonfigurierung einer modularen Maschine zu erleichtern.

20 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zum dynamischen Konfigurieren einer modularen Maschine, deren Maschinenmodule untereinander und mit einer Steuervorrichtung über ein Kommunikationsnetz verbunden sind, durch Ermitteln der Kommunikationspartner in dem Kommunikationsnetz durch ei-
25 nen der Kommunikationspartner im laufenden Betrieb der Maschine, Generieren einer passenden Kommunikationskonfigurierung durch einen der Kommunikationspartner und Wirksamschalten der generierten Kommunikationskonfigurierung während der Laufzeit der Maschine.

30 Darüber hinaus ist gemäß der vorliegenden Erfindung vorgesehen eine modulare Maschine mit mehreren Maschinenmodulen, einer Steuervorrichtung zum Steuern oder Regeln der Maschinenmodule und einem Kommunikationsnetz, mit dem die Steuervor-
35 richtung und die Maschinenmodule untereinander zur Kommunikation verbunden sind, wobei mit einem der mehreren Maschinenmodule und/oder mit der Steuervorrichtung die Kommunikations-

partner in dem Kommunikationsnetz ermittelbar und eine passende Kommunikationskonfigurierung generierbar und während der Laufzeit der Maschine wirksamschaltbar ist.

- 5 Die erfindungsgemäß dynamische Topologieprojektierung des Kommunikationsnetzes der modularen Maschine hat den Vorteil, dass bei einer Neukonfigurierung der Kommunikationstopologie der Betrieb der Maschine nicht unterbrochen werden muss und eine Kommunikationsprojektierung bzw. -konfigurierung während
10 der Laufzeit in der Maschine möglich ist.

Bei einer bevorzugten Anwendung ist die erfindungsgemäße modulare Maschine in einen Fertigungsprozess eingebunden, und das Generieren der Kommunikationskonfigurierung wird von einem internen oder externen Prozessereignis ausgelöst. Ein
15 derartiges Prozessereignis kann ein Alarm eines neuen Kommunikationspartners, eine Bedieneingabe oder eine Änderung eines Kommunikationspartners sein. Damit ist es entsprechend der "Plug-and-Play"-Philosophie möglich, dass ein Maschinenmodul während der Laufzeit der Maschine ausgetauscht oder um-
20 gesteckt wird.

Vorzugsweise wird die generierte Kommunikationskonfigurierung zentral in einem über das Kommunikationsnetz angeschlossenen
25 Server oder dezentral in einem der Kommunikationspartner hinterlegt. Somit ist die Kommunikationskonfigurierung stets für eine Neukonfigurierung greifbar.

Das Kommunikationsnetz kann mindestens ein Subnetz umfassen,
30 mit dem ein zweites Maschinenmodul zur Kommunikation an ein erstes Maschinenmodul angeschlossen ist, so dass das zweite Maschinenmodul mit dem Kommunikationsnetz über das erste Maschinenmodul indirekt in Verbindung steht. Dies bedeutet, dass die Kommunikationskonfigurierung auch Subnetze umfasst,
35 die nicht unmittelbar an das Hauptnetz angeschlossen sind. Auch die Kommunikationspartner der Subnetze können auf diese

Weise für das automatische, dynamische Konfigurieren erfasst werden.

Ein bevorzugtes Verfahren zur Inbetriebnahme einer modularen Maschine besteht somit zunächst in dem Schritt des Konfigurierens des Zusammenwirkens der Maschinenmodule vor dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme der modularen Maschine mittels eines Engineering-Systems für eine zu lösende Automatisierungsaufgabe ohne Berücksichtigung der Kommunikationstopologie der einzelnen Maschinenmodule und dem anschließenden Schritt des dynamischen Konfigurierens eines Kommunikationsnetzes, mit dem die Maschinenmodule miteinander verbunden sind, entsprechend dem oben dargestellten dynamischen Konfigurierungsverfahren. Somit wird der Engineeringprozess vor dem Inbetriebnahmezeitpunkt der Maschine deutlich erleichtert.

Die vorliegende Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert, die eine Kommunikationstopologie einer modularen Maschine skizzenhaft wiedergibt.

Das nachfolgend näher beschriebene Ausführungsbeispiel stellt eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar.

Eine flexible, modulare Maschine besteht beispielhaft aus Maschinenmodulen M1 bis M6, wie dies in der Figur wiedergegeben ist. Die Maschinenmodule M1 bis M3 sind an ein Kommunikationsnetz KN angeschlossen. Die mögliche Trennung zwischen den Maschinenmodulen und dem Kommunikationsnetz KN ist in der Figur durch eine gepunktete Linie angedeutet.

Die Maschinenmodule M1 und M4 sind über ein Kommunikationssubnetz S1, die Maschinenmodule M2 und M5 über ein Kommunikationssubnetz S2 und die Maschinenmodule M3 und M6 durch ein Kommunikationssubnetz S3 miteinander verbunden. Die Subnetze S1 bis S3 stehen somit nur indirekt über die jeweiligen Maschinenmodule M1 bis M3 mit dem Kommunikationsnetz KN in Ver-

bindung. Selbstverständlich können die jeweiligen Subnetze S1 bis S3 beliebig weitere Subnetze enthalten. Ebenso ist es denkbar, dass weitere Module über zusätzliche Subnetze an die Module M4 bis M6 angeschlossen sind.

5

Die Module M1 bis M6 werden über das Kommunikationsnetz KN / S1 bis S3 von einem Automatisierungssystem AS gesteuert. Das Automatisierungssystem AS steht seinerseits mit einem Engineering-System ES in Verbindung. Somit kann eine mit dem Entwicklungssystem ES erstellte Maschinenkonfiguration in dem Automatisierungssystem AS gespeichert werden.

Erfindungsgemäß wird nun einer der Kommunikationspartner des Kommunikationsnetzes KN, im vorliegenden Fall beispielhaft ausgewählt das Maschinenmodul M1, dazu verwendet, die am Kommunikationsnetz KN einschließlich seiner Subnetze S1 bis S3 angebundenen Kommunikationspartner zu ermitteln und eine entsprechende Kommunikationskonfigurierung bzw. -parametrierung zu generieren. Diese Konfigurierung wird sodann in dem Maschinenmodul M1 abgespeichert und während der Laufzeit der Maschine wirksamgeschaltet. Somit ist es jederzeit möglich, dass eines der Maschinenmodule M1 bis M6 ausgetauscht oder umgesteckt wird, ohne dass der Lauf der Maschine unterbrochen werden muss. Das Maschinenmodul M1 ermittelt die Kommunikationskonfigurierung dynamisch, beispielsweise indem Nachbarbeziehungen zwischen den Kommunikationspartnern oder zeitliche Zusammenhänge von Signalen ausgewertet werden. Im vorliegenden Fall gelten als Kommunikationspartner nicht nur die Module M1 bis M6, sondern auch das Automatisierungssystem AS und das Engineering-System ES.

Die Kommunikationstopologie kann aber auch alternativ oder gleichzeitig durch das Automatisierungssystem AS oder einen anderen Kommunikationspartner ermittelt und eine entsprechende Kommunikationskonfigurierung generiert und wirksamgeschaltet werden. Ebenso kann ein spezieller Server, in dem die

Kommunikationskonfigurierung abgespeichert und bereitgestellt wird, an das Kommunikationsnetz angeschlossen werden.

5 Ausgelöst wird der Konfigurierungsvorgang beispielsweise
durch eine Bedieneingabe in dem Engineering-System ES oder
ein Anstecken eines der Module M1 bis M6 an das Kommunikati-
onsnetz KN bzw. das entsprechende Subnetz S1 bis S3 oder ein
Prozessereignis etc. Ein derartiges Ereignis löst nicht nur
das selbstständige Generieren der Kommunikationskonfigurie-
10 rung aus, sondern optional auch ein automatisches Wirksam-
schalten dieser Kommunikationskonfigurierung.

Um den Konfigurierungsvorgang effizient zu gestalten, werden
nur sich ändernde Kommunikationspartner neu aufgesetzt. Kom-
15 munikationsbeziehungen von sich nicht ändernden Kommunikati-
onspartnern bleiben erhalten. Voraussetzung für eine erfolg-
reiche Konfigurierung bzw. Projektierung ist lediglich, dass
zum Projektierungszeitpunkt der Kommunikation alle möglichen
Kommunikationsteilnehmer bekannt sind.

20 Die in dem gewählten Beispiel dargestellte dynamische Konfi-
gurierung ermöglicht es, modulare Maschinen hinsichtlich ei-
nes flexiblen topologischen Maschinenaufbaus und einer Ände-
rung dieses Maschinenaufbaus zur Laufzeit zu unterstützen.

25

Patentansprüche

1. Verfahren zum dynamischen Konfigurieren einer modularen Maschine, deren Maschinenmodule (M1 bis M6) untereinander und mit einer Steuervorrichtung (AS) über ein Kommunikationsnetz (KN / S1 bis S3) verbunden sind,
5
g e k e n n z e i c h n e t durch
- Ermitteln der Kommunikationspartner in dem Kommunikationsnetz (KN) durch einen der Kommunikationspartner im laufenden Betrieb der Maschine,
 - 10 - Generieren einer passenden Kommunikationskonfigurierung durch einen (M1) der Kommunikationspartner und
 - Wirksamschalten der generierten Kommunikationskonfigurierung während der Laufzeit der Maschine.
- 15
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die modulare Maschine in einen Fertigungsprozess eingebunden ist und das Generieren der Kommunikationskonfigurierung von einem internen oder externen Prozessereignis ausgelöst wird.
- 20
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Prozessereignis ein Alarm eines neuen Kommunikationspartners, eine Bedieneingabe oder eine Änderung eines Kommunikationspartners ist.
- 25
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die generierte Kommunikationskonfigurierung zentral in einem über das Kommunikationsnetz (KN) angeschlossenen Server oder dezentral in einem der Kommunikationspartner hinterlegt wird.
- 30
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Kommunikationsnetz (KN) mindestens ein Subnetz (S1 bis S3) umfasst, mit dem ein zweites Maschinenmodul (M4 bis M6) zur Kommunikation an ein erstes Maschinenmodul (M1 bis M3) angeschlossen ist, so dass das zweite Maschinenmodul (M4 bis M6) mit dem Kommunikationsnetz (KN) über das erste Maschinenmodul (M1 bis M3) indirekt in Verbindung steht.
- 35

6. Verfahren zur Inbetriebnahme einer modularen Maschine durch

- Konfigurieren des Zusammenwirkens der Maschinenmodule (M1 bis M6) vor dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme der modularen Maschine mittels eines Engineering-Systems (ES) für eine zu lösende Automatisierungsaufgabe ohne Berücksichtigung der Kommunikationsstopologie der einzelnen Maschinenmodule (M1 bis M6) und
- dynamisches Konfigurieren eines Kommunikationsnetzes (KN), mit dem die Maschinenmodule (M1 bis M6) untereinander verbunden sind, gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5.

7. Modulare Maschine mit

- mehreren Maschinenmodulen (M1 bis M6),
 - einer Steuervorrichtung (AS) zum Steuern oder Regeln der Maschinenmodule (M1 bis M6) und
 - einem Kommunikationsnetz (KN), mit dem die Steuervorrichtung (AS) und die Maschinenmodule (M1 bis M6) untereinander zur Kommunikation verbunden sind,
- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
- mit einem (M1) der mehreren Maschinenmodule (M1 bis M6) und/oder mit der Steuervorrichtung (AS) die Kommunikationspartner in dem Kommunikationsnetz (KN) ermittelbar und eine passende Kommunikationskonfigurierung generierbar und während der Laufzeit der Maschine wirksamschaltbar ist.

8. Modulare Maschine nach Anspruch 7, die in einen Automatisierungsprozess eingebunden ist, wobei das Generieren der Kommunikationskonfigurierung von einem internen oder externen Prozessereignis auslösbar ist.

9. Modulare Maschine nach Anspruch 8, wobei das Prozessereignis ein Alarm eines neuen Kommunikationspartners, eine Bedieneingabe oder eine Änderung eines Kommunikationspartners ist.

10. Modulare Maschine nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei die generierte Kommunikationskonfigurierung zentral in einem über das Kommunikationsnetz (KN) angeschlossenen Server oder dezentral in einem der Kommunikationspartner hinterlegbar
5 ist.

11. Modulare Maschine nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei das Kommunikationsnetz (KN) mindestens ein Subnetz (S1 bis S3) umfasst, mit dem ein zweites Maschinenmodul (M4 bis
10 M6) zur Kommunikation an ein erstes Maschinenmodul (M1 bis M3) angeschlossen ist, so dass das zweite Maschinenmodul (M4 bis M6) mit dem Kommunikationsnetz (KN) über das erste Maschinenmodul (M1 bis M3) indirekt in Verbindung steht.

